

DERWENT-ACC-NO: 1999-482409

DERWENT-WEEK: 199941

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Acoustic velocity measurement in fluid pipes
for leakage inspection of water pipe has microphone set at
two points in fluid pipe, which detects time of sound wave
analyzed for propagated in fluid flow direction that is
waveform correlation coefficient calculation of detected

INVENTOR: SATO K; TACHIBANA H ; TAKEDA H

PATENT-ASSIGNEE: MITSUI ENG & SHIPBUILDING CO LTD[MITB]

PRIORITY-DATA: 1998JP-013274 (January 8, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
JP 11201812 A	July 30, 1999	JA

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 11201812A	N/A	1998JP-013274
January 8, 1998		

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC	DATE
CIPP	G01H5/00	20060101
CIPS	G01M3/24	20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11201812 A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - Acoustic velocity is computed from the detection time difference of propagated sound wave in the flow direction of fluid by microphones (12) immersed inside the fluid. Correlation coefficient of the detected waveforms

from microphone is calculated. DETAILED DESCRIPTION - The sound detection is done during steady state flow of liquid.

USE - In leakage inspection of pipings for water, LP gas, town gas, crude oil, and for chemical leakage in chemical processing plant.

ADVANTAGE - Accurate acoustic velocity measurement in fast flowing fluids is enabled, by detection of time difference calculation of sound from identical sound source. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows block diagram of leakage inspection system. (12) Microphone.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/3

TITLE-TERMS: ACOUSTIC VELOCITY MEASURE FLUID PIPE LEAK INSPECT WATER MICROPHONE

SET TWO POINT DETECT TIME SOUND WAVE PROPAGATE FLOW

DIRECTION

CORRELATE COEFFICIENT CALCULATE WAVEFORM

DERWENT-CLASS: S02

EPI-CODES: S02-E01; S02-J06A3;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 1999-359463

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-201812

(43) 公開日 平成11年(1999) 7 月30日

(51) Int.Cl.⁹
G 0 1 H 5/00
// G 0 1 M 3/24

識別記号

P 1
G 0 1 H 5/00
G 0 1 M 3/24

D

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平10-13274

(22) 出願日 平成10年(1998) 1 月 8 日

(71) 出願人 00005902

三井造船株式会社
東京都中央区築地5丁目6番4号

(72) 発明者 竹田 博

岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内

(72) 発明者 佐藤 功一

岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内

(72) 発明者 橋 弘幸

岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船
株式会社玉野事業所内

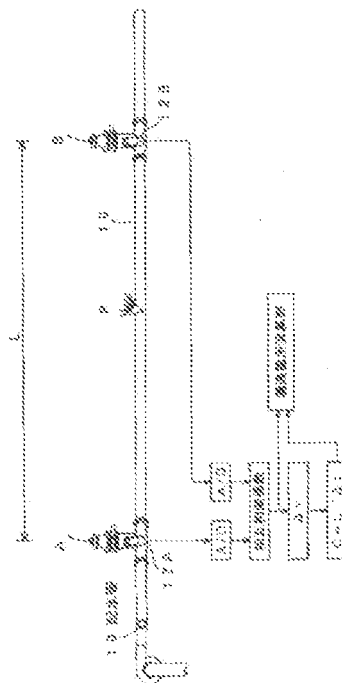
(74) 代理人 弁理士 村上 友一 (外1名)

(54) 【発明の名称】 流体配管内の音速計測方法

(57) 【要約】

【課題】 水やガスなどの流動体を通流させている配管内で、流動体の音速の計測を簡便かつ精度よく計測する。

【解決手段】 流体配管10の流れ方向に間隔をとりて2点に水中マイク12を配置して内部流体を伝播する音を定常流状態で検出する。検出波形の相互相関係数を求めることによりポンプ16などの同一音源から出る音の遅延時間を求め、流体中の伝播波形の時間差から音速を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 流体配管の流れ方向に間隔をおいて複数点で内部流体を伝播する音を定常流状態で検出し、検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする流体配管内の音速計測方法。

【請求項2】 流体圧送手段の下流側で流体配管の流れ方向に沿った複数点で内部流体を伝播する音を検出し、各検出位置における検出波形の相関係数を求めることにより流体中の前記流体圧送手段に起因する伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする流体配管内の音速計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は流体配管内の音速計測方法に係り、特に上水、LPガス、都市ガス、原油、化学物質（化学プラント）などの流体配管網における不特定位置の漏洩箇所を早期に検出するシステムに適用することが好適な流体配管内の音速計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】上水、LPガス、都市ガス、原油、化学物質（化学プラント）などの流体配管網における漏洩を防止することは資源の有効活用をなす上で極めて重要である。このため、従来から各種の漏洩検査が行われている。例えば、水道管網における漏水検査では、漏水検知区画内において、その区画の両端に位置する一対の水中マイクにより水中伝達音を検出する。一方の水中マイクの設置点を基準点A、他方の水中マイクの設置点を対照点B、漏水点をPとすると、基準点Aにて検出した漏水点Pにおける漏水音と、対照点Bにて検出した漏水点Pにおける漏水音は同一か極めて類似した波形を有しているが、PからAまたはBまでの距離が異なるため、伝播時間差が生じる。この伝播時間差を知ることによって、基準点Aから漏水点Pまでの距離laは、次式により求めることができる。

【数1】

$$la = \frac{L - tm \cdot C}{2}$$

【0003】但し、LはA点とB点間の距離であり、tmは漏水音伝播時間差、Cは漏水音伝播速度である。したがって、漏水音伝播時間差が判明すれば漏水点Pの位置を特定することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記演算処理で重要な要素は水などの流体での音の伝播速度、すなわち音速である。これを設定するには、従来、理論式で行う方法と、ハンマリングによる実測方法とが知られている。前者は実際の音速と比較的合うとされているが、漏水位置の特定を行う場合には精度が不足する。また、管の老朽化などの経年変化による誤差は予測できな

い。後者の場合には、ハンマリングによる管の振動が管内音にならない場合があり、音速が計測できない場合がある。ハンマリングに時間を要するという問題がある。

【0005】本発明は、上記従来の問題点に着目し、水やガスなどの流動体を流流させている配管内で、流動体の音速の計測を簡便かつ精度よく計測することができる方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明に係る流体配管内の音速計測方法は、第1に、流体配管の流れ方向に間隔をおいて複数点で内部流体を伝播する音を定常流状態で検出し、検出波形の相関係数を求めることにより流体中の伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴としている。

【0007】第2には、流体圧送手段の下流側で流体配管の流れ方向に沿った複数点で内部流体を伝播する音を検出し、各検出位置における検出波形の相関係数を求めることにより流体中の前記流体圧送手段に起因する伝播波形の時間差から音速を算出することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る流体配管内の音速計測方法の具体的実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

【0009】図1は実施形態に係る流体配管内の音速計測方法を用いた上水道網の漏水検知システムの構成を示す構成図である。この音速計測方法は、監視区画内の上水道網の配水管10に、管内流体中を伝播している音を検知するためのセンサとしての水中マイク12を約1km程度の間隔をおいて設置し、当該水中マイク12の検出信号を公衆電話回線を介して図示しないセンタコントローラに送出可能にしている。

【0010】水中マイク12は、配水管10に適宜間隔をおいて設けた丁字管に装着され、当該マイク12で検出した音を増幅する増幅器、並びにこの増幅信号を公衆回線を通じて前記センタコントローラに送出するモデムが付帯している。したがって、前記水中マイク12により、配水管10内の水を伝播する音が検出され、センタコントローラに収集され、記憶保持される。前記水中マイク12を含む一対のセンサ間の区画が検知区画とされ、マイク12の移動により検知区画を更新して移動するようになっている。センタコントローラは後述するように音速を演算するとともに、漏水箇所の演算処理をなすが、これと同時に監視区域の上水道配管網や漏水検知区画の表示、漏水量の演算結果などを検知システム表示装置、あるいはビデオプロジェクターに表示するものとなっている。

【0011】センタコントローラにおける漏水検知処理は、例えば、相関分析型フィルタを用い、検出した音を検知区画に仮設定した音源位置（n1、n2、n3、…）にて周波数帯域に分割した後、相関係数がほぼ一

する波形を波形合成手段にて合成し、この合成波形によって漏水の有無を判断するようになっている。この原理は次のようなものである。

【0012】ある漏水検知区間内において、その区間の両端に位置する一対の水中マイク12により水中伝達音を検出する。一方の水中マイク12の設置点を基準点A、他方の水中マイク12の設置点を対照点B、漏水点をPとすると、基準点Aにて検出した漏水点Pにおける漏水音と、対照点Bにて検出した漏水点Pにおける漏水音は同一か極めて類似した波形を有しているが、PからAまたはBまでの距離が異なるため、伝達時間差が生じる。この伝達時間差を知ることで、基準点Aから漏水点Pまでの距離Lは、前述した1式により求めることができる。

【0013】ところで、上式の演算処理で重要な要素は水などの流体での音の伝達速度、すなわち音速 c であるが、音速 c は配管内部を通過する水その他の流体により異なるとともに、温度条件等によって変動するため、その都度検出しないと、漏水箇所の検出誤差となって現れる。そこで、この音速 c を計測するために、この実施形態では、各水中マイク12による集音波形をA/D変換することによってデジタル化し、相互相関係数を求めることによって、遅れ時間差 Δt を求め、これから、次式により音速を算出するようにしている。

【数2】

$$c = \frac{L}{\Delta t}$$

但し、Lは列をなしているセンサ12間の距離である。

【0014】配管内部を定常状態で水などの流体が流れている場合には、図2のように、間隔を置いて配置された音の水中マイク12により流体伝達手段としての例えばポンプ16の音を含む波形が観測される。そこで、2つのセンサマイク12A、12Bにこのポンプ音が到達する時間差 Δt を求めることにより、既知のセンサ間距離Lから音速が上記式で求められる。

【0015】この実施形態によって各水中マイク12により検出した波形は、上流側では図2(1)に示すように、下流側では図(2)に示すようなものとなった。この両者を比較すると、極めて近似している。したがって、センサマイクAで検出した波形と、センサマイクB

で検出した波形をデジタル化した信号から相互相関係数 r_{xy} を次式に基づいて求める。

【数3】

$$r_{xy}(m) = \frac{1}{N\sigma_x\sigma_y} \sum_{n=0}^{N-1} x_n y_{n+m}$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (x_n - \bar{x})^2}$$

【0016】このように上流側で検出された配水管内容の波形と下流側で検出された配水管内容の波形の相互相関係数を算出して、同一音の時間遅れを演算し、図3に示すようなピーク値を検出することができ、このピーク値が発生した時間が Δt として簡単に求めることができる。この遅延時間を既知のマイク間距離Lとともに、2式に代入することにより、簡単に音速を算出することができるのである。

【0017】なお、配管通流体は水に限らず、LPガス、都市ガス、原油、化学物質（化学プラント）などの異なる媒質の流体が配管を通過している場合に適用することができる。

【0018】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る音速計測方法は、流体配管の流れ方向に間隔を置いて複数点で内部流体を伝達する音を定常流状態で検出し、検出波形の相互相関係数を求めることにより流体中の伝達波形の時間差から音速を算出するように構成したので、簡易迅速に流体を通過させた状態で計測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係る流体配管内の音速計測方法が適用される漏洩検出システムの構成ブロック図である。

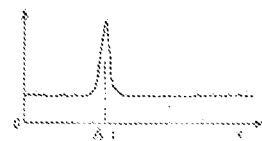
【図2】配管に取り付けたセンサ（水中マイク）による検出波形である。

【図3】対のマイクから検出された波形から相互相関係数の検出例である。

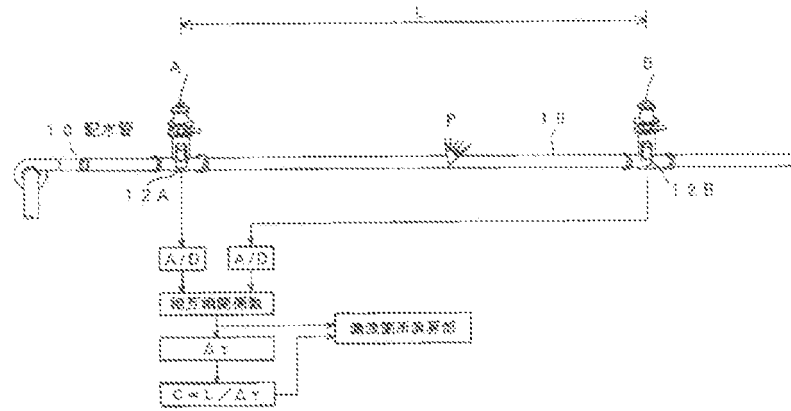
【符号の説明】

10	配水管
12	水中マイク（検出センサ）
16	ポンプ

【図3】



【図1】



【図2】

